



**Revue internationale de pédagogie de
l'enseignement supérieur**

**34(1) | 2018
Varia - hiver 2018**

La carte conceptuelle comme outil favorisant l'apprentissage de la modélisation des bases de données

Lynda Farza



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/ripes/1296>

ISSN : 2076-8427

Éditeur

Association internationale de pédagogie universitaire

Référence électronique

Lynda Farza, « La carte conceptuelle comme outil favorisant l'apprentissage de la modélisation des bases de données », *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur* [En ligne], 34(1) | 2018, mis en ligne le 26 mars 2018, consulté le 08 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/ripes/1296>

Ce document a été généré automatiquement le 8 septembre 2020.

Article L.111-1 du Code de la propriété intellectuelle.

La carte conceptuelle comme outil favorisant l'apprentissage de la modélisation des bases de données

Lynda Farza

1. Introduction

- 1 Révélée par Novak dès 1972, la carte conceptuelle repose sur les théories cognitives et les travaux d'Ausubel (1968) se rapportant à l'apprentissage, ses conditions et ses processus. Toujours aussi présente, la méthode proposée par Novak est devenue aujourd'hui la manière d'utiliser des représentations indépendantes du domaine de connaissances la plus répandue dans l'enseignement, du primaire au supérieur (Chang, Chang et Tseng, 2010).
- 2 Selon Novak et Cañas (2008), une carte conceptuelle est une représentation graphique peu formalisée, indépendante du domaine d'application, employant le langage naturel et servant à décrire, organiser et représenter les connaissances. Elle est composée de nœuds et de liens. Les nœuds représentent les concepts et les liens représentent les relations entre ces concepts. Ces derniers sont disposés de manière hiérarchique en partant du plus général au plus spécifique.
- 3 Pour Elorriaga, Arruarte, Calvo, Larrañaga, Rueda et Herrán (2011), la carte conceptuelle permet à l'apprenant de résumer des informations importantes, de relier des idées et de les représenter de manière structurée. Dans l'enseignement supérieur, elle a été utilisée dans différentes disciplines : physique (Broggy et McClelland, 2009), mathématiques (Afamasaga-Fuata'i, 2004), biologie (Trifone, 2006), histoire (Salleh et Ismail, 2013), en informatique (Wei et Yue, 2017) et dans divers contextes d'enseignement/apprentissage.

- 4 En informatique, de nombreux auteurs s'y sont intéressés comme outil pour soutenir l'apprentissage de la programmation (Keppens et Hay, 2008 ; Volarić, Vasić, et Brajković, 2017), des concepts fondamentaux des bases de données (Arruarte, Calvo, Elorriaga, Larrañaga et Conde, 2014 ; Moen, 2009) et dans l'apprentissage de la modélisation des systèmes d'information (Sien et Carrington, 2007 ; Xiao, 2007). Les cartes conceptuelles peuvent être adoptées pour développer un premier schéma du domaine d'application partant des besoins des utilisateurs et ainsi aider les étudiants à acquérir les compétences d'abstraction nécessaires dans la modélisation des données (Sien et Carrington, 2007 ; Xiao, 2007). Fessakis, Dimitracopoulou et Komis. (2005), de même que Gómez-Gauchía et McFadyen (2011) ont décrit une approche utilisant les cartes conceptuelles comme étape préliminaire à la modélisation des données.
- 5 Dans notre recherche, nous souhaitons vérifier de manière pratique comment des cartes conceptuelles pourraient aider des étudiants novices lors du processus de modélisation des bases de données. Pour y parvenir, nous avons mis en place deux groupes : le groupe expérimental qui a suivi l'apprentissage de la modélisation des données avec utilisation de cartes conceptuelles et le groupe contrôle qui a suivi le même enseignement sans y avoir recours.
- 6 Dans ce qui suit, nous présentons d'abord le contexte et la problématique de la recherche puis nous décrivons l'approche d'enseignement adoptée et la méthode de recherche suivie. Nous traitons ensuite les données collectées et nous en présentons les résultats. En conclusion, nous verrons dans quelle mesure l'utilisation des cartes conceptuelles, comme première étape du processus de modélisation de données, a pu favoriser l'apprentissage.

2. Contexte et problématique

- 7 Le module d'introduction aux bases de données est enseigné aux étudiants de première année de toutes les filières d'enseignement de notre institution. Quelle est la pertinence d'enseigner la modélisation des données aux étudiants des filières non scientifiques ? On peut en effet craindre de voir certains d'entre eux manquer de motivation et de persévérance face aux difficultés, ce qui pourrait susciter dès le début du module, un désintérêt pour la matière, et ce, d'autant plus que plusieurs n'auront jamais à mobiliser les connaissances développées.
- 8 Pour éviter l'effet démotivant, nous sommes tout d'abord partie du principe que les étudiants peuvent être appelés dans l'avenir à jouer le rôle d'utilisateurs de bases de données. Ainsi, ils pourront, par leur connaissance sommaire, être en mesure d'aider les concepteurs. En effet, il est parfois difficile pour les concepteurs de bases de données d'élaborer un schéma conceptuel considérant que les besoins des utilisateurs ont parfois été mal ou insuffisamment exprimés (Gómez-Gauchía et McFadyen, 2011), ce qui peut causer des problèmes lors de l'utilisation de la base de données. Ensuite, nous avons attiré l'attention des étudiants sur le fait qu'il n'est pas exclu qu'ils conçoivent, à titre personnel, des bases de données à caractère peu complexe. Nous pensons que le fait d'avoir amené les étudiants à comprendre la pertinence du cours les amènera à fournir les efforts nécessaires pour apprendre le processus de conception des bases de données (recueil et analyse des besoins, modélisation conceptuelle, modélisation logique et implémentation de la base de données). Le langage naturel utilisé pour décrire les besoins des utilisateurs est souvent complexe, vague et ambigu.

L'analyse des besoins des utilisateurs vise donc à comprendre le domaine, la nature du problème à modéliser et à trouver une solution appropriée. La conversion de ces besoins en un schéma conceptuel exige minutie et esprit critique. Comme le souligne Batra (2007), c'est une tâche complexe surtout pour des concepteurs débutants qui peuvent avoir des difficultés dans la compréhension de la sémantique du domaine à modéliser. Bock et Yager (2001) estiment eux aussi que si la connaissance du domaine par le concepteur de bases de données est complexe, l'approche à utiliser pour analyser le domaine du problème en cours de modélisation l'est également.

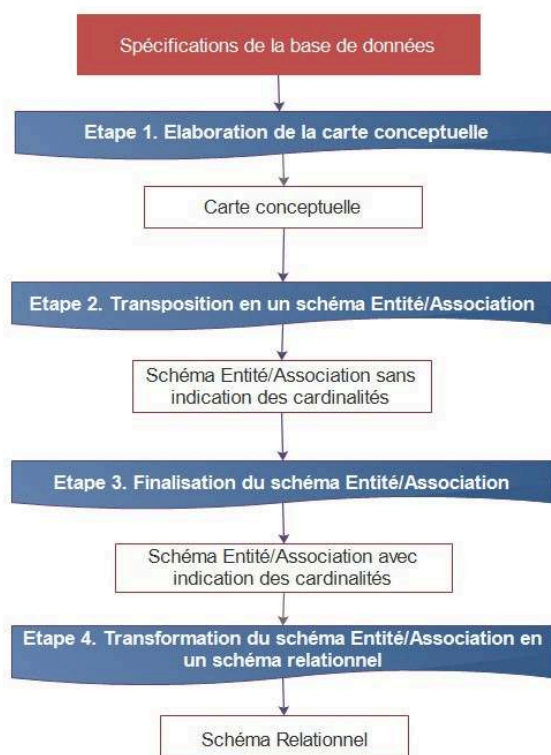
- 9 La modélisation conceptuelle implique une interaction réciproque et soutenue entre le concepteur de base de données et les utilisateurs. C'est au cours de ce cheminement dans les deux sens (du concepteur aux utilisateurs et vice versa) que les utilisateurs « vérifient » si leurs besoins ont été correctement spécifiés. Cette validation par l'utilisateur permet au concepteur de clarifier et de raffiner son schéma conceptuel. La qualité de la modélisation conceptuelle aura donc un impact sur la qualité de la base de données finale.
- 10 McFadyen (2009) propose les cartes conceptuelles pour introduire la partie modélisation des données aux étudiants novices et les considère également utiles pour le concepteur confirmé au début de la phase de modélisation conceptuelle. Ce concepteur peut, lui aussi, commencer par l'élaboration d'une carte conceptuelle puis utiliser par la suite une technique telle que la structuration en entités-associations. Afin d'amener les étudiants à développer les connaissances attendues, il nous a semblé pertinent de leur proposer la carte conceptuelle comme outil pouvant approfondir la compréhension du problème à modéliser et réduire les difficultés de transposition de la description du domaine en langage naturel vers le schéma conceptuel.

3. Approche d'enseignement adoptée

3.1. Démarche pédagogique

- 11 Nous nous limitons, dans cet article, au premier niveau de modélisation des données, soit celui de la modélisation conceptuelle qui se traduit par la réalisation d'un schéma conceptuel (schéma Entité/Association, dans notre cas). Afin d'aider les étudiants non spécialistes à concevoir progressivement la structure de leur base de données, nous avons envisagé une démarche en quatre étapes (voir figure 1) : une étape d'élaboration de la carte conceptuelle, une étape de transposition de celle-ci vers le schéma Entité/Association, une étape de finalisation du schéma Entité/Association et finalement une étape de transformation du schéma Entité/Association en un schéma relationnel. Nous n'allons cependant nous intéresser qu'aux trois premières étapes en relation directe avec la modélisation conceptuelle.

Figure 1. La démarche de modélisation des données

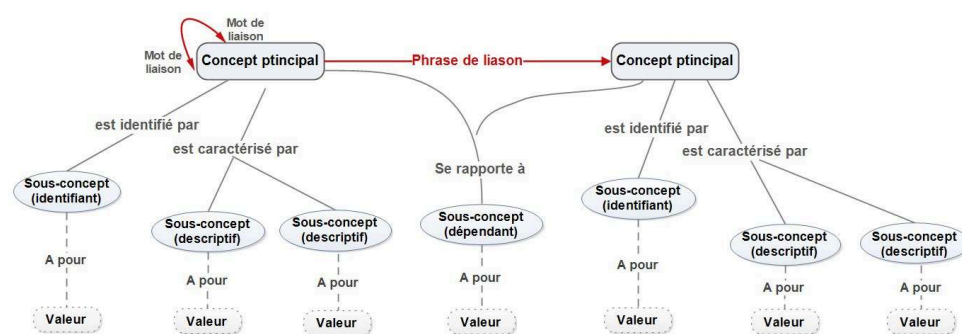


- 12 Afin de diminuer la charge cognitive des étudiants générée par l'apprentissage simultané de la construction d'une carte conceptuelle et de la modélisation de données, nous avons choisi de travailler sur un exemple familier et simple à résoudre (gestion de la scolarité d'une école). Nous avons commencé la phase de modélisation conceptuelle des données par un *brainstorming* pour stimuler la génération d'idées et dresser la liste des entités du domaine à prendre en charge. Les étudiants devaient, pour cela, identifier les entités du domaine à modéliser et décider quelles informations concernant le problème posé devaient être stockées dans la base de données.
- 13 Une fois l'étape de *brainstorming* terminée, nous avons ordonné et organisé toutes les informations collectées pour l'élaboration d'une carte conceptuelle. Puis, nous avons établi les liens entre les informations recensées. La carte conceptuelle a, par la suite, été transformée en un schéma Entité/Association (E/A) sans indication de cardinalités, lesquelles sont élaborées à partir des règles de gestion du domaine étudié, qui en expriment des contraintes et/ou des exigences. Le schéma préliminaire a ensuite été complété par indication des cardinalités et vérifié afin de voir s'il y avait des éléments manquants, incorrects ou inutiles. Une fois le schéma E/A défini, nous avons procédé à la présentation des concepts de base du modèle Entité/Association (voir Annexe I). Nous avons commencé par un exemple de résolution de problèmes avant de voir les concepts de base du modèle E/A, et ce, afin de mieux canaliser l'attention des étudiants, diminuer leur charge cognitive et leur faire constater qu'en pratique, la tâche de modélisation conceptuelle peut être une tâche relativement simple.

3.2. Étapes d'élaboration d'une carte conceptuelle

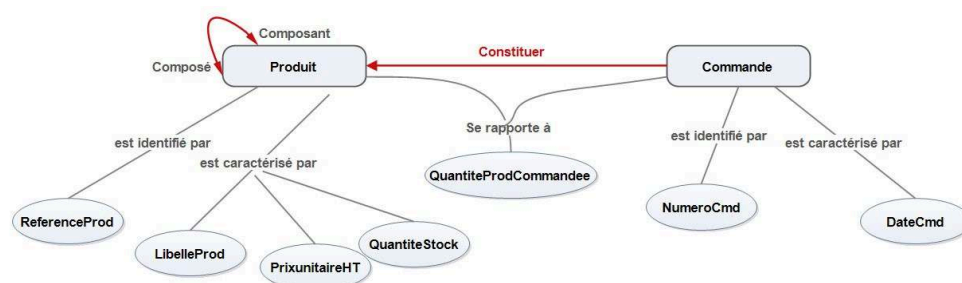
- 14 Les principes utilisés pour l'élaboration de la carte conceptuelle s'inspirent de ceux proposés par Xiao (2007), Sien et Carrington (2007) et McFadyen (2008, 2009) auxquels nous avons ajouté les principes de représentation des associations réflexives et des propriétés d'association.
- 15 Nous présentons dans la figure 2 les concepts-clés d'une carte conceptuelle.

Figure 2. Les concepts-clés d'une carte conceptuelle



- 16 Les nœuds sur la carte désignent deux catégories de concepts : concept principal et sous-concept ou concept sous-jacent au concept principal. Une instance (ou valeur) est une réalisation particulière d'un sous-concept. Elle correspond à une valeur prise par ce sous-concept. Un concept principal représente un ensemble d'objets du domaine à modéliser qui possèdent des caractéristiques communes. Les clients d'une entreprise commerciale, ses produits, ses commandes, etc. sont des exemples de concepts principaux. Les sous-concepts peuvent être classés en sous-concepts descriptifs, sous-concepts identifiants et sous-concepts dépendants. Les sous-concepts descriptifs et identifiants sont utilisés pour décrire des concepts principaux. La référence du produit, le libellé et le prix unitaire du produit sont des exemples de sous-concepts qui caractérisent les produits. La référence du produit identifie de manière unique chaque instance du produit (sous-concept identifiant). Le libellé et le prix unitaire du produit sont considérés comme des exemples de sous-concepts descriptifs. Un sous-concept dépendant est utilisé pour définir une caractéristique liée à deux concepts principaux. La quantité des produits commandée est une caractéristique liée à la fois à chaque commande et à chaque produit commandé. C'est un sous-concept dépendant des deux concepts principaux « Commande » et « Produit ». La phrase de liaison représente la signification du lien entre deux concepts principaux (trait fléché), un concept principal vers lui-même (arc fléché bidirectionnel de et vers le même concept principal), un concept principal et un sous-concept (trait non fléché) ou entre un sous-concept et une instance (ou valeur) de ce dernier (trait pointillé). Ainsi, un produit déterminé *est caractérisé par* un libellé ; il *est identifié par* une référence unique ; la quantité de produit commandée *se rapporte à* une commande donnée et à un produit donné. La figure 3 propose une illustration pratique de ce qui vient d'être décrit.

Figure 3. Exemple de carte conceptuelle



- 17 Les concepts principaux, les sous-concepts et les liens utilisés dans la carte conceptuelle représentent respectivement les entités, les propriétés et les associations du schéma E/A. Les associations représentent les liens entre ces entités qui ont des caractéristiques qui les décrivent et appelées propriétés. Pour simplifier, nous avons utilisé le vocable entité (E) pour désigner une classe ou type d'entités et le terme association (A) pour désigner une classe ou type d'associations. Dans le tableau 1, nous comparons les deux types de représentations relatives aux liens carte conceptuelle et schéma E/A.

Tableau 1. Comparaison des deux types de représentation : carte conceptuelle - schéma E/A

Représentation sur la carte conceptuelle	Description	Représentation sur le schéma Entité/Association
Trait non fléché avec phrase de liaison : <i>Est caractérisé par</i>	Décrit un sous-concept d'un concept principal (sous-concept descriptif)	Représente la propriété d'une entité
Trait non fléché avec phrase de liaison : <i>Est identifié par</i>	Désigne un sous-concept qui décrit de manière unique les instances d'un concept principal (sous-concept identifiant)	Représente l'identifiant d'une entité
Trait non fléché avec phrase de liaison : <i>Se rapporte à</i>	Désigne un sous-concept dépendant d'autres concepts principaux (sous-concept dépendant)	Représente la propriété d'une association
Trait fléché avec phrase de liaison (qui varie selon le cas étudié)	Représente le lien entre deux concepts principaux	Représente une association binaire entre deux entités
Arc fléché bidirectionnel avec phrase de liaison (qui varie selon le cas étudié)	Représente le lien d'un concept principal vers lui-même et phrase de liaison pour définir le rôle de chaque lien	Représente une association réflexive : lien de et vers la même entité avec indication des rôles de chaque branche

- 18 Lors du processus d'élaboration de la carte conceptuelle, nous passons par les étapes suivantes :
- Lecture des spécifications de la base de données et identification des concepts principaux représentant les entités du monde réel ;
 - Inscription des concepts principaux sur la carte ;
 - Identification des sous-concepts (informations caractérisant chaque entité du monde réel) de chaque concept principal ;
 - Rattachement, sur la carte, des sous-concepts au concept principal correspondant, en utilisant comme phrase *Est caractérisé par* ou bien *Est identifié par* ;
 - Définition des liens entre les concepts principaux en utilisant une phrase de liaison répondant à la sémantique du lien ;
 - Révision de la structure de la carte en y ajoutant, s'il y a lieu, d'autres concepts ou un sous-concept dépendant ou d'autres liens tels que des liens d'un concept vers lui-même.

- 19 La transposition de la carte conceptuelle vers le schéma E/A se fait de la façon suivante :
- Un concept principal est traduit en une entité dans le schéma E/A ;
 - Un sous-concept d'un concept principal est converti en une propriété s'il s'agit d'un sous-concept descriptif et est converti en un identifiant s'il s'agit d'un sous-concept identifiant. La propriété et l'identifiant seront rattachés à l'entité qui traduit le concept principal auquel est lié le sous-concept ;
 - Un lien entre concepts principaux est converti en une association ;
 - Un sous-concept dépendant de deux concepts principaux est converti en une propriété qui sera rattachée à l'association qui traduit le lien entre ces deux concepts principaux.
- 20 Un exemple concret est proposé en Annexe II.

4. Questions et hypothèses de recherche

- 21 Le but de notre recherche est de déterminer si l'utilisation des cartes conceptuelles comme étape préalable à la modélisation conceptuelle peut faciliter l'élaboration d'un schéma conceptuel, plus particulièrement du schéma E/A et, par voie de conséquence, améliorer la performance des étudiants.
- 22 En nous intéressant aux erreurs commises dans les schémas E/A élaborés par les étudiants, nous avons voulu répondre aux questions suivantes :
- Est-ce que les erreurs des étudiants soumis à une approche de modélisation intégrant la carte conceptuelle comme étape préalable à la modélisation des données sont identiques à celles des étudiants soumis à une approche sans carte conceptuelle ?
 - L'utilisation de la carte conceptuelle permet-elle de diminuer le nombre d'erreurs dans les schémas E/A ?
- 23 Pour pouvoir répondre à nos deux questions de recherche, nous avons formulé les hypothèses nulles suivantes :
- Hypothèse H_{0i} : le pourcentage de l'erreur E_i chez les étudiants soumis à une approche de modélisation intégrant la carte conceptuelle comme étape préalable à la modélisation des données est égal au pourcentage de celui des étudiants soumis à une approche sans carte conceptuelle.
 - Précisons que i est l'indice de l'erreur E_i et qu'il varie de 1 à 14.
 - Hypothèse H_{0a} : le pourcentage d'identification des associations chez les étudiants soumis à une approche de modélisation intégrant la carte conceptuelle comme étape préalable à la modélisation des données est égal au pourcentage de celui des étudiants soumis à une approche sans carte conceptuelle.
 - Hypothèse H_{0b} : le pourcentage d'associations correctes chez les étudiants soumis à une approche de modélisation intégrant la carte conceptuelle est égal au pourcentage de celui des étudiants soumis à une approche sans carte conceptuelle.
 - Hypothèse H_{0c} : Les notes obtenues par les étudiants qui utilisent la carte conceptuelle pour produire le schéma E/A sont les mêmes que celles des étudiants qui élaborent directement le schéma E/A (pas de lien statistiquement significatif entre l'utilisation de la carte et le résultat des étudiants).

5. Méthodologie

5.1. Participants

- 24 Au cours de l'année universitaire 2015-2016, nous avons mené une étude portant sur deux groupes d'étudiants de première année de licence, de deux filières d'enseignement universitaire, l'une de sciences sociales (groupe expérimental de 22 étudiants) et l'autre de sciences juridiques (groupe contrôle de 28 étudiants). Les groupes expérimental (AC) et contrôle (SC) ont été attribué au hasard.

5.2. Procédure

- 25 Les deux groupes ont bénéficié de la même approche d'enseignement/apprentissage : approche mixte combinant à la fois un apprentissage à partir d'exemples en situation de résolution de problèmes, un apprentissage collaboratif et une évaluation formative continue (Farza, 2015). Ils ont reçu parallèlement le même enseignement de 21 heures pendant 7 semaines, à raison de 3 heures par semaine, avec le même enseignant. La partie sur la modélisation conceptuelle a duré neuf heures, et ce, pour les deux groupes. Les étudiants du groupe AC ont bénéficié d'un enseignement intégrant les cartes conceptuelles et ceux du groupe SC ont suivi cet enseignement sans y avoir recours.
- 26 Les étudiants du groupe AC ont été initiés, dès la première leçon, à la construction de cartes conceptuelles. Le temps consacré à la présentation et au mode de création de ces cartes a été d'environ 20 minutes. Ensuite, les étudiants ont reçu deux exemples de cartes construites préalablement par l'enseignant et répondant à des spécifications données. L'approfondissement de la stratégie de la carte conceptuelle s'est faite à partir de fréquents exercices d'application. Au cours de ces exercices, les étudiants ont eu la possibilité de se familiariser à de telles cartes et d'en créer quelques-unes.
- 27 Pour faciliter le processus de construction de la carte conceptuelle, nous avons tout d'abord présenté aux étudiants trois exercices partiellement résolus contenant les spécifications d'une base de données et servant de modèle de résolution de problèmes. Nous avons choisi pour ces exercices un domaine d'application familier aux étudiants afin d'éviter la dispersion de leur attention.
- 28 Le premier exercice proposé présentait une carte comprenant uniquement les concepts principaux et les liens entre eux, de même que le schéma E/A correspondant, avec les entités et les associations. Nous avons alors demandé aux étudiants de compléter la carte avec les sous-concepts et le schéma E/A correspondant par les propriétés en indiquant l'identifiant de chaque entité. Dans le deuxième exercice, nous avons présenté une carte contenant les concepts principaux et les sous-concepts ainsi que le schéma E/A correspondant, avec les entités et les propriétés. Nous avons alors demandé aux étudiants de compléter la carte avec les liens en utilisant les phrases de liaison et le schéma E/A par les associations adéquates. Dans le troisième exercice, nous avons donné une carte conceptuelle complète et nous avons demandé aux étudiants de la transposer en un schéma E/A. Par la suite, nous avons présenté aux étudiants deux exercices à réaliser en binôme, l'un sans carte conceptuelle et l'autre en y ayant recours. D'autres exercices de complexité croissante, à résoudre individuellement, ont été proposés aux étudiants afin de compléter leur apprentissage. Ceux-ci nécessitaient

la production par les étudiants d'une carte conceptuelle à partir d'une description littérale décrivant les exigences fonctionnelles du domaine particulier et ensuite sa transformation en un schéma E/A.

5.3. Instruments de collecte et d'analyse des données

- 29 Pour la collecte des données, nous avons utilisé trois instruments : un questionnaire initial, un test de connaissances (évaluation sommative) et un questionnaire d'appréciation de l'activité de la carte conceptuelle.

5.3.1. Questionnaire initial

- 30 Le questionnaire initial (voir annexe III) a été distribué aux étudiants des deux groupes avant le début de l'enseignement afin de connaître la nature de leur baccalauréat et leurs connaissances antérieures en matière de modélisation des bases de données et de carte conceptuelle. De plus, le questionnaire comportait 20 questions à choix multiples afin d'évaluer les connaissances générales antérieures en informatique - connaissances préalables avant de participer à l'activité d'apprentissage - et de vérifier que les deux groupes étaient comparables, ce qui est le cas. Ces questions ont porté sur le matériel, les systèmes d'exploitation, les unités de mesure, le logiciel de traitement de texte *Word*, le logiciel *Excel*, les images numériques, le son et la vidéo numérique.

5.3.2. Évaluation sommative

- 31 Une évaluation sommative visant à évaluer les acquis d'apprentissage des étudiants a été mise en place pour les deux groupes. Ils l'ont vécue au même moment et durant le même temps. Les étudiants devaient produire sur la base d'une spécification textuelle du domaine à modéliser, un schéma E/A (une étude de cas dont la solution impliquait cinq entités et cinq associations). Notons que pour éviter l'éventualité de solutions multiples et donc différents schémas E/A valides, nous avons fait de manière à n'avoir pour le problème à résoudre qu'une solution unique. Par ailleurs, le groupe AC devait produire au préalable une carte conceptuelle puis la transformer en schéma E/A et ensuite en schéma relationnel.
- 32 Les schémas E/A ont été évalués pour les entités appropriées, les propriétés, les associations et les cardinalités. Les scores des entités ont contribué à 25 % de la note globale et ceux des associations pour 75 % de cette note. Les schémas ont été notés sur huit.

5.3.3. Questionnaire d'appréciation de l'activité de la carte conceptuelle

- 33 C'est à la fin du module que les étudiants du groupe AC ont été invités à répondre à un questionnaire anonyme composé de 12 questions fermées (avec échelle de Likert à 4 niveaux : Désaccord total (1), Pas entièrement d'accord (2), Plutôt d'accord (3), Entièrement d'accord (4)), destiné à recenser leurs appréciations quant à l'intégration de la carte conceptuelle dans le processus de modélisation de données.

5.3.4. Classification des erreurs commises

- 34 Nous pouvons distinguer plusieurs types d'erreurs : les erreurs dans l'identification de l'entité, les erreurs au niveau de la détermination des propriétés, les erreurs au niveau des associations et les erreurs au niveau de la détermination des cardinalités. Le tableau 2 présente les principales catégories d'erreurs sur le schéma E/A.

Tableau 2. Catégories d'erreurs sur le schéma Entité/Association

Catégorie d'erreurs	Nature de l'erreur	Description de l'erreur	Qualification
Erreurs dans l'identification d'une entité	Entité absente	Entité décrite dans les spécifications mais non prise en compte dans le schéma E/A	Absente
	Entité supplémentaire	Entité non décrite dans les spécifications et incluse dans le schéma E/A	Supplémentaire
	Entité considérée comme une propriété	Représentation de l'entité en propriété	Incorrecte
Erreurs au niveau de la détermination des propriétés	Propriété d'une entité manquante	Propriété mentionnée dans les spécifications mais non prise en compte dans le schéma E/A	Absente
	Propriété non appropriée d'une entité	Propriété attribuée à une entité de façon erronée. Propriété devant figurer dans une association ou dans une autre entité	Incorrecte
	Propriété non appropriée d'une association	Propriété attribuée à une association de façon erronée et devant figurer dans une entité	Incorrecte
	Propriété d'une association manquante	Propriété mentionnée dans les spécifications mais non prise en compte dans le schéma E/A	Absente
	Identifiant d'une entité non souligné	Propriété existante dans le schéma E/A et rattachée à la bonne entité mais non spécifiée en tant qu'identifiant de l'entité	Absent
	Identifiant différent de celui mentionné dans les spécifications	Identifiant d'une entité différent de celui mentionné dans les spécifications	Incorrect
Erreurs au niveau des associations	Association absente	Association décrite dans les spécifications mais non prise en compte dans le schéma E/A	Absente
	Association supplémentaire	Association non décrite dans les spécifications et incluse dans le schéma E/A	Supplémentaire
	Association mal définie	Association ne reliant pas les bonnes entités	Incorrecte
Erreurs au niveau des cardinalités	Cardinalité manquante	Une cardinalité de l'une des branches de l'association non indiquée	Absente
	Cardinalité incorrecte	Une cardinalité de l'une des branches de l'association erronée	Incorrecte

- 35 Les erreurs commises lors de l'élaboration du schéma E/A peuvent être dues à l'inattention, à une mauvaise utilisation des procédures et des concepts, à une surcharge cognitive ou à des erreurs de logique et de raisonnement (Danine, 2003). Notons qu'une erreur commise au niveau de la carte conceptuelle se répercute généralement sur le schéma E/A puisque ce dernier est obtenu par transposition de la carte conceptuelle. Le tableau 3 montre la correspondance entre l'erreur commise au niveau de la carte conceptuelle et son incidence sur le schéma E/A correspondant.

Tableau 3. Correspondance entre une erreur sur la carte conceptuelle et l'erreur sur le schéma E/A

Erreur au niveau de la carte conceptuelle	Erreur au niveau du schéma E/A
Concept principal manquant	Entité absente
Concept principal superflu	Entité supplémentaire
Concept principal considéré comme sous-concept	Entité considérée comme une propriété
Sous-concept manquant	Propriété d'une entité manquante
Sous-concept dans un endroit différent (déplacé)	Propriété non appropriée d'une entité ou d'une association
Sous-concept manquant devant être lié à deux concepts principaux par la phrase de liaison : <i>Se rapporte à</i>	Propriété d'une association manquante
Sous-concept lié par la phrase de liaison : <i>Est caractérisé par</i> au lieu et place de : <i>Est identifié par</i>	Identifiant d'une entité non souligné
Sous-concept lié par la phrase de liaison : <i>Est identifié par</i> au lieu et place de : <i>Est caractérisé par</i>	Identifiant différent de celui mentionné dans les spécifications
Lien manquant	Association absente
Lien superflu	Association supplémentaire
Lien mal défini	Association mal définie

- 36 Comme les règles de gestion du domaine d'application n'ont pas été prises en considération lors de l'élaboration de la carte conceptuelle pour ne pas surcharger la carte et la charge cognitive des étudiants, il n'y aura pas incidence d'erreurs au niveau de la carte conceptuelle sur la détermination des cardinalités des associations du schéma E/A.

5.4. Méthode d'analyse des données

- 37 Nous avons procédé à l'étude du schéma E/A produit par les étudiants des deux groupes dans l'évaluation sommative afin de détecter les erreurs commises par ces derniers et les classer selon la typologie des erreurs du tableau 2. Pour l'analyse de ces erreurs, nous avons calculé leurs fréquences sur le schéma E/A. Des tests de l'écart réduit ont été aussi établis pour vérifier les hypothèses. Nous avons également procédé à la comparaison des erreurs commises sur la carte conceptuelle produite par les étudiants du groupe AC avec les erreurs faites au niveau du schéma E/A. Une analyse descriptive des notes a précédé une analyse inférentielle afin de déterminer la moyenne et l'écart type pour chaque mode d'élaboration du schéma E/A (avec ou sans carte conceptuelle). Puis une analyse de variance à un facteur a été effectuée afin de déterminer s'il existe une différence significative entre les résultats des étudiants du groupe expérimental et ceux du groupe contrôle.
- 38 Pour ce qui est de l'analyse des éléments du questionnaire d'appréciation de l'activité de la carte conceptuelle par les étudiants, notons que seules des fréquences ont été calculées.

6. Analyse des résultats

- 39 Les résultats sont présentés en trois sous-sections. La première décrit l'analyse des erreurs commises par les étudiants lors de l'élaboration du schéma E/A. La deuxième porte sur l'analyse des notes des étudiants des deux groupes. La troisième décrit les réponses au questionnaire d'appréciation de la carte conceptuelle des étudiants du groupe AC.
- 40 Avant d'entrer dans les résultats, notons que l'analyse des données recueillies à partir du questionnaire initial a montré que les étudiants des deux groupes ont eu une

formation scolaire similaire (même nature du baccalauréat), n'ont jamais subi de redoublement en licence et n'ont aucune connaissance préalable en modélisation de données (100 % des participants), ni en matière de carte conceptuelle (100 % des participants).

6.1. Analyse des erreurs

- 41 Nous avons observé si chaque schéma E/A produit par les étudiants correspondait à une spécification textuelle donnée. Pour cela, nous avons recensé le nombre de fois où chaque erreur s'est répétée dans un même schéma E/A puis nous avons calculé leur fréquence.
- 42 Il est à noter que nous n'avons pas décelé d'erreurs de transposition de la carte conceptuelle vers le schéma E/A pour les étudiants du groupe AC. Ainsi, les erreurs ont été commises lors de l'étape de construction de la carte conceptuelle et ont donc de facto amené des erreurs au niveau du schéma E/A. Pour cette raison, nous nous limitons à la description des erreurs du schéma E/A.
- 43 Après analyse des schémas, nous avons recensé un total de 142 erreurs dans le groupe AC et de 276 erreurs dans le groupe SC. Le tableau 4 présente la répartition des erreurs recensées sur le schéma E/A par catégorie.

Tableau 4. Répartition des erreurs par catégorie sur le schéma E/A

Catégorie d'erreurs		Groupe AC		Groupe SC	
Catégorie 1 : Erreurs dans l'identification d'une entité		N	F (%)	N	F (%)
Code	Description				
E1	Entité absente	1	0,7 %	4	1,45 %
E2	Entité supplémentaire	0	0 %	0	0 %
E3	Entité considérée comme une propriété	0	0 %	0	0 %
Total des erreurs		1	0,7 %	4	1,45 %
Catégorie 2 : Erreurs au niveau de la détermination des propriétés		N	F (%)	N	F (%)
Code	Description				
E4	Propriété d'une entité manquante	0	0 %	0	0 %
E5	Propriété non appropriée d'une entité	18	12,68 %	60	21,74 %
E6	Propriété d'une association manquante	22	15,49 %	44	15,94 %
E7	Propriété non appropriée d'une association	0	0 %	0	0 %
E8	Identifiant d'une entité, non souligné	6	4,23 %	38	13,77 %
E9	Identifiant différent de celui mentionné dans les spécifications	1	0,7 %	6	2,17 %
Total des erreurs		47	32,47 %	148	53,62 %
Catégorie 3 : Erreurs au niveau des associations		N	F (%)	N	F (%)
Code	Description				
E10	Association absente	11	7,75 %	46	16,67 %
E11	Association mal définie	1	0,7 %	10	3,62 %
E12	Association supplémentaire	0	0 %	0	0 %
Total des erreurs		12	8,82 %	56	20,29 %
Catégorie 4 : Erreurs au niveau des cardinalités		N	F (%)	N	F (%)
Code	Description				
E13	Cardinalité d'une association incorrecte	53	37,32 %	60	21,74 %
E14	Cardinalité d'une association manquante	29	20,42 %	8	2,90 %
Total des erreurs		82	57,74 %	68	24,64 %
Total		142	100,01 %	276	100 %

- 44 Les erreurs les plus fréquentes, pour les deux groupes, figurent dans les catégories erreurs au niveau de la détermination des propriétés (catégorie 2) et erreurs au niveau des cardinalités (catégorie 4). Le groupe AC a cependant un pourcentage plus faible d'erreurs au niveau des cardinalités (catégorie 4) que le groupe SC. Elles représentent 57,74 % du nombre total d'erreurs commises par le groupe AC et 24,64 % pour le groupe

SC. Notons également que la grande majorité des erreurs (37,32 % pour le groupe AC et 21,74 % pour le groupe SC) sont de type cardinalité d'une association incorrecte. Ce type d'erreur est probablement dû à une mauvaise compréhension des règles de gestion (qui ne sont pas représentées au niveau de la carte conceptuelle).

- 45 Les erreurs dans la détermination des entités (catégorie 1) sont de faible pourcentage (0,7 % pour le groupe AC et 1,45 % pour le groupe SC). Nous avons également remarqué que dans le groupe AC, 8,82 % des erreurs sont de type erreurs au niveau des associations (catégorie 3) contre 20,92 % pour le groupe SC.
- 46 Le pourcentage d'erreurs au niveau de la détermination des propriétés (catégorie 2) est, quant à lui, de l'ordre de 32,47 % pour le groupe AC et de l'ordre de 53,62 % pour le groupe SC. Ce pourcentage plus faible d'erreurs pour le groupe AC peut s'expliquer par le recours à la carte conceptuelle avant élaboration du schéma E/A, ce qui a possiblement permis aux étudiants du groupe AC de réfléchir sur les informations (propriétés) caractérisant chaque entité et sur l'identifiant de chacune d'elles, de même que sur leur compréhension des spécifications du problème à modéliser avant de passer à une représentation plus complexe (schéma E/A).
- 47 Afin de vérifier s'il existe une différence statistiquement significative entre les pourcentages d'erreurs les plus fréquentes commises par les deux groupes, nous avons utilisé un test de comparaison de proportions pour les erreurs ou test de l'écart réduit (pour un risque d'erreur α égal à 5 %).
- 48 Notons que les erreurs E1, E2, E3, E4, E7, E9, E11 et E12 n'ont pas été prises en considération étant donné leur faible fréquence. Ce faisant, les hypothèses prises en considération sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5. Répartition des hypothèses par type d'erreur

Hypothèse	Erreur concernée	Description de l'erreur
H0 ₅	E5	Propriété non appropriée d'une entité
H0 ₆	E6	Propriété d'une association manquante
H0 ₈	E8	Identifiant d'une entité non souligné
H0 ₁₀	E10	Une association absente
H0 ₁₃	E13	Cardinalité d'une association incorrecte
H0 ₁₄	E14	Cardinalité d'une association manquante

- 49 Les résultats des tests de l'écart réduit obtenus sont présentés dans le tableau 6. Rappelons que le nombre total d'erreurs est de 142 pour le groupe AC et de 276 pour le groupe SC.

Tableau 6. Résultats du test de l'écart réduit par erreur

Erreur	AC		SC		Écart réduit	Hypothèse
	N	P	N	P		
E5. Propriété non appropriée d'une entité	18	12,68 %	60	21,74 %	2,41	Rejetée
E6. Propriété d'une association manquante	22	15,49 %	44	15,94 %	0,11	Non rejetée
E8. Identifiant d'une entité non souligné	6	4,23 %	38	13,77 %	3,55	Rejetée
E10. Une association absente	11	7,75 %	46	16,67 %	2,80	Rejetée
E13. Cardinalité d'une association incorrecte	53	37,32 %	60	21,74 %	3,26	Rejetée
E14. Cardinalité d'une association manquante	29	20,42 %	8	2,90 %	4,94	Rejetée

- 50 A la lecture du tableau 6, il apparaît que la valeur absolue de l'écart réduit est supérieure à 1,96 pour les erreurs E5, E8, E10, E13 et E14. La différence entre les pourcentages d'erreurs est donc statistiquement significative, ce qui nous amène à

rejeter l'hypothèse nulle. Nous pouvons donc dire que le groupe SC a un pourcentage plus élevé pour l'erreur E5, E8 et E10 que le groupe AC. Ainsi, la carte conceptuelle a permis aux étudiants de moins commettre ces types d'erreurs.

- 51 Pour l'erreur E6, la valeur absolue de l'écart réduit est inférieure à 1,96. La différence entre les pourcentages n'est donc pas significative. Nous ne pouvons donc pas rejeter l'hypothèse nulle. La différence observée entre les pourcentages peut avoir ou non comme origine le hasard de l'échantillonnage.
- 52 Par contre, le groupe AC a un pourcentage plus élevé pour les erreurs liées aux cardinalités (E13 et E14). Il se peut que les étudiants du groupe SC aient eu plus de temps pour réfléchir aux cardinalités puisqu'ils n'avaient pas à construire de carte conceptuelle et que celle-ci n'abordait pas cette question.
- 53 Afin de voir si l'utilisation de la carte conceptuelle lors du processus de modélisation peut être efficace pour l'identification des associations des schémas E/A et pour produire des associations correctes, nous avons établi un test d'écart réduit. Rappelons qu'une association est considérée comme correcte lorsque les cardinalités de celle-ci le sont aussi. Le tableau 7 présente la fréquence d'identification des associations et la fréquence d'associations correctes par rapport au nombre total d'associations du schéma. Notons que le nombre total d'associations est de 110 pour le groupe AC et de 140 pour le groupe SC.

Tableau 7. Comparaison des pourcentages d'associations identifiées et correctes

Type d'association	AC		SC		Écart réduit	Hypothèse
	N	P	N	P		
Associations identifiées	99	90 %	94	67,14 %	4,28	Rejetée
Associations correctes	39	35,45 %	42	30 %	0,91	Non rejetée

- 54 Au total, le groupe AC a pu identifier à 90 % les associations alors que le groupe SC n'a pu le faire qu'à 67,14 %. Le test de l'écart réduit montre une différence significative entre les deux groupes pour la fréquence d'identification des associations. En effet, la valeur absolue de l'écart réduit pour l'hypothèse (H_{0a}) est de 4,28. Le résultat est significatif à $p < 0,05$; l'hypothèse nulle H_{0a} est donc rejetée. Ainsi, la réussite d'identification des associations est liée à l'approche de modélisation utilisée, la carte conceptuelle constituant une valeur ajoutée.
- 55 Le tableau 7 montre également que la valeur absolue de l'écart réduit pour l'hypothèse (H_{0b}) est de 0,91 au seuil de 5 %. Les étudiants du groupe AC ont certes mieux identifié les associations que les étudiants du groupe SC, mais ceci n'implique pas qu'ils produisent des associations correctes. Ceci peut s'expliquer par le fait que, dans la carte conceptuelle, les règles de gestion ne sont pas expliquées. Or, c'est à partir de celles-ci que l'on peut déterminer les cardinalités de l'association.

6.2. Analyse des notes des étudiants

- 56 Nous avons comparé les résultats de l'évaluation sommative du groupe contrôle à ceux du groupe expérimental en vue de déterminer si le niveau de compréhension du premier groupe a été supérieur à celui du deuxième groupe. Les résultats de l'analyse descriptive sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8. Résultats des sujets du groupe expérimental (AC) et du groupe contrôle (SC)

Moyen d'élaboration	N	M	Écart type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	
					Borne inférieure	Borne supérieure
Avec carte (AC)	22	4,69	1,16	0,24	4,17	5,21
Sans carte (SC)	28	3,87	1,27	0,24	3,38	4,46

- 57 La moyenne pour le groupe AC est de 4,69, alors qu'elle est de 3,87 pour le groupe SC. L'écart-type du groupe AC (1,16) est légèrement inférieur à celui du groupe SC (1,27). La moyenne est donc plus élevée pour l'approche avec carte conceptuelle que pour l'approche sans cette carte. Cela nous laisse penser que la carte conceptuelle a un effet positif sur l'élaboration du schéma E/A. Afin de déterminer s'il y a une différence significative, nous avons procédé à une analyse de variance Anova à un facteur dont les résultats sont présentés dans le tableau 9.

Tableau 9. Résultats d'analyse de variance ANOVA

Source de variation	Somme des carrés des écarts	Degré de liberté (dl)	Moyenne des carrés (dispersion)	F test de Fisher	Signification (Valeur p)
Inter-groupes	8,247	1	8,2473	5,456	0,02
Intra-groupes	72,554	48	1,511		
Total	80, 801	49			

- 58 La valeur F calculée (5,456) est supérieure à F critique (0,98) avec une p valeur de 0,02, inférieure à la marge d'erreur estimée à 0,05. Ceci nous amène à rejeter l'hypothèse nulle et à considérer qu'il y a une différence significative entre la performance des étudiants du groupe AC et celle des étudiants du groupe SC, en faveur du premier groupe.

6.3. Analyse du questionnaire d'appréciation de l'activité de la carte conceptuelle

- 59 Les réponses obtenues au questionnaire sont présentées dans le tableau 10.

Tableau 10. Appréciation des apprenants

Items	Réponses							
	1		2		3		4	
	N	F	N	F	N	F	N	F
L'utilisation d'une carte conceptuelle m'a aidé dans l'élaboration du schéma entité/association	3	14 %	3	14 %	7	32 %	9	40 %
La carte m'a facilité l'apprentissage de la modélisation conceptuelle	3	14 %	3	14 %	8	36 %	8	36 %
La carte conceptuelle m'a permis de mieux comprendre les spécifications de la base de données	2	9 %	4	18 %	5	23 %	11	50 %
Le passage de la carte conceptuelle vers le schéma Entité/Association a été simple	2	9 %	2	9 %	8	36 %	10	46 %
Le passage de la carte conceptuelle vers le schéma Entité/Association a été rapide	2	9 %	6	27 %	7	32 %	7	32 %
La carte conceptuelle me fait perdre du temps	2	9 %	9	41 %	8	36 %	3	14 %
Je préfère élaborer le schéma Entité/Association directement sans passer par la carte conceptuelle	4	18 %	7	32 %	9	41 %	2	9 %
J'ai trouvé motivant de travailler avec la carte conceptuelle	1	5 %	5	23 %	8	36 %	8	36 %
Je me sens motivé pour suivre d'autres cours en bases de données	3	14 %	3	14 %	8	36 %	8	36 %
Je pense que la carte conceptuelle peut être utilisée dans d'autres contextes et dans d'autres domaines	1	5 %	5	23 %	11	50 %	5	23 %
J'envisage d'utiliser la carte conceptuelle pour organiser mes idées dans d'autres domaines	4	18 %	2	9 %	10	46 %	6	27 %
La carte conceptuelle m'a permis d'améliorer ma façon de penser	4	18 %	2	9 %	8	36 %	8	36 %

- 60 Ces résultats montrent que les trois-quarts des étudiants trouvent que la carte conceptuelle est motivante et estiment qu'elle leur a permis d'améliorer leur façon de penser, d'organiser leurs idées et de développer leurs facultés d'abstraction, d'analyse et de réflexion.
- 61 En ce qui concerne les questions relatives à l'utilisation de la carte conceptuelle comme étape préalable à la modélisation de données, 72 % des étudiants pensent que celle-ci les a aidés à l'élaboration du schéma E/A et leur a facilité l'apprentissage de la modélisation conceptuelle contre 28 % qui sont peu d'accord (14 %) voire en désaccord total (14 %). Un pourcentage similaire d'étudiants (73 %) ont affirmé que la carte conceptuelle leur a permis de mieux comprendre les spécifications de la base de données.
- 62 Le passage de la carte conceptuelle vers le schéma E/A a été simple pour 82 % des étudiants interrogés et rapide pour 64 % d'entre eux. Cependant, la moitié des étudiants pensent que la carte conceptuelle leur fait perdre du temps et préfèrent élaborer le schéma E/A directement sans passer par cette carte.

7. Discussion des résultats

- 63 En cherchant à mieux cerner les avantages de la carte conceptuelle comme moyen facilitant l'apprentissage de la modélisation des données, nous avons constaté que les étudiants qui y ont eu recours ont pu surmonter certaines difficultés vécues par les étudiants du groupe contrôle. En effet, ces derniers ont, dans certains cas, associé des propriétés à des entités qui auraient dues être rattachées à une association. Ils ont, dans d'autres cas, oublié de préciser les identifiants des entités et ont eu parfois tendance à omettre des associations mentionnées dans les spécifications.

- 64 Pour Batra, Hoffer et Bostrom (1990), les trois principaux facteurs qui peuvent être à l'origine des erreurs se répercutant sur la performance des étudiants lors de la construction du schéma conceptuel d'une base de données se situent au niveau de l'outil de modélisation (le modèle), du modélisateur (la personne) et de la tâche (le problème à résoudre). Les erreurs dues à la non familiarité du domaine d'application et/ou à la complexité du problème à modéliser impliquent une activité cognitive importante pour percevoir les concepts essentiels et les interactions nécessaires à la réalisation des diverses tâches (Fessakis *et al.*, 2005). Par conséquent, les erreurs augmentent au fur à mesure de l'accroissement de la complexité du cas à modéliser. A contrario, plus le domaine d'application est familier, plus les étudiants ont tendance à mieux en comprendre les spécifications et à en produire un schéma conceptuel (schéma E/A dans notre cas) qui réponde mieux à ces spécifications. C'est la raison pour laquelle nous avons, d'une part, choisi, au début de l'enseignement, un domaine d'application simple et familier (gestion de la scolarité d'une école universitaire), et d'autre part, diversifié les exemples, les exercices et le niveau de difficulté, et ce, pour les deux groupes. En procédant de la sorte, nous avons voulu augmenter la motivation des étudiants, leur rendre la compréhension plus progressive et plus aisée et ainsi réduire leur charge cognitive.
- 65 Les étudiants du groupe contrôle semblent avoir rencontré quelques difficultés supplémentaires lorsqu'ils ont cherché à comprendre les spécifications de la base de données à modéliser, et en même temps, à en concevoir une. Le problème de compréhension des spécifications d'une base de données et sa transposition simultanée, à l'aide du modèle E/A, nécessite en effet un effort cognitif de la part d'étudiants novices (Fessakis *et al.*, 2005). A ce sujet, Fessakis *et al.* (2005) mentionnent qu'il aurait été possible d'éviter certaines des erreurs répertoriées précédemment, si la phase de compréhension des spécifications de la base de données avait été séparée de la phase de modélisation de données. Les étudiants auraient alors pu produire une description plus informelle du contenu des informations de la base de données en produisant d'abord une carte conceptuelle et utiliser cette carte pour créer ensuite le schéma conceptuel de la base de données (Fessakis *et al.*, 2005). Reprenant les propos de Fessakis *et al.* (2005), nous considérons nous aussi que l'intégration de la carte conceptuelle dans le processus d'enseignement/apprentissage de la modélisation de bases de données permet de représenter les informations du domaine sous forme visuelle, pouvant être facilement traduite en un schéma E/A. En effet, dans un tel contexte, les étudiants sont d'abord amenés à réfléchir activement aux spécifications afin de mieux les comprendre et ensuite à vérifier la solution obtenue à deux reprises, une première fois après la construction de la carte conceptuelle et une deuxième fois après la transposition de celle-ci en un schéma E/A.
- 66 Soulignons par contre que l'utilisation de la carte conceptuelle pour modéliser le domaine d'application n'est pas « facile » et qu'elle nécessite un surcroît d'efforts et de temps. Néanmoins, à l'instar des étudiants, nous considérons que cette activité est motivante et qu'elle permet une compréhension accrue du travail, une meilleure organisation des idées, une réduction de la charge cognitive et de meilleurs résultats.

8. Conclusion

- 67 La modélisation des données est souvent synonyme d'appréhension pour les étudiants novices. A l'instar de Gómez-Gauchía et McFadyen (2011) qui ont proposé l'utilisation de la carte conceptuelle comme étape préalable facilitant le processus de modélisation des données, nous avons voulu l'intégrer et en vérifier la pertinence dans notre pratique. Notre étude a concerné 50 étudiants de première année de licence de notre institution, répartis en deux groupes, l'un devant suivre l'enseignement avec intégration de la carte conceptuelle dans le processus de modélisation des données et l'autre devant suivre ce même enseignement sans y avoir recours. En nous basant sur nos observations et sur les déclarations des étudiants, nous pouvons considérer que la carte conceptuelle a permis à ceux qui l'ont utilisée, un plus grand engagement, une motivation et un intérêt plus développés pour la matière, une meilleure compréhension du domaine à modéliser et moins d'erreurs dans les schémas conceptuels. Ces avantages résultant du caractère absorbant de la carte conceptuelle favorisant la concentration, la réflexion et le raisonnement ne se limitent pas seulement à ceux procurés dans un cadre immédiat et ponctuel, celui de la modélisation des données, ils s'inscrivent dans un cadre plus large et à plus long terme. Cette étude reste néanmoins limitée en raison de la petite taille de l'échantillon sur lequel elle a porté.

BIBLIOGRAPHIE

- Afamasaga-Fuata'i, K. (2004). An undergraduate student's understanding of differential equations through concept maps and vee diagrams. Dans A.J. Cañas, J.D. Novak et F.M. Gonzalez (éd.), *Concept Maps : Theory, Methodology, Technology* (Vol. 1, p. 21 à 29). Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, Pamplona, Spain, 14 au 17 septembre. Répéré à <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-208.pdf>.
- Arruarte, A., Calvo I., Elorriaga, J. A., Larrañaga, M. et Conde, A. (2014). Collaborative and Multilingual Approach to Learn Database Topics Using Concept Maps. *The Scientific World Journal*, 2014. doi :10.1155/2014/654397.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology : A cognitive view*. New York, NY : Holt, Rinehart et Winston.
- Batra, D. (2007). Cognitive complexity in data modeling : causes and recommendations. *Requirements Engineering Journal*, 12(4), 231-244. doi : 10.1007/s00766-006-0040-y.
- Batra, D., Hoffer, J.A. et Bostrom, R.P. (1990). Comparing representations with relational and EER Models. *Communications of the ACM*, 33(2), 126-139.
- Bock, D.B. et Yager, S.E. (2005). Using the Data Modeling Worksheet to Improve Novice Data Modeler Performance. *Journal of Information Systems Education*, 16(3), 341-350.
- Broggy, J. et McClelland, G. (2009, September). *Integrating Concept Mapping into Higher Education : A Case study with Physics Education Students in an Irish University*. Article présenté à la British

Educational Research Association Annual Conference, University of Manchester. Repéré à <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/188101.pdf>.

Chang, Y.H., Chang, C.Y. et Tseng, Y.H. (2010). Trends of science education research : An automatic content analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 315-331.

Danine, A. (2003). *Modélisation de l'apprenant : proposition d'une nouvelle approche de diagnostic et de remédiation* (Projet de recherche de doctorat en informatique cognitive, Université de Québec à Montréal, Montréal). Repéré à <https://dic.uqam.ca/upload/files/DIC9411/danineprojet.pdf>.

Elorriaga, J.A., Arruarte, A., Calvo, I., Larrañaga, M., Rueda, U. et Herrán, E. (2013). Collaborative concept mapping activities in a classroom scenario. *Behaviour et Information Technology*, 32(12), 1292-1304. doi :10.1080/0144929X.2011.632649.

Farza, L. (2015). Impact d'une approche d'enseignement/apprentissage mixte sur les résultats des apprenants : cas d'un cours de bases de données. *Spirale-E, Revue de Recherches en Education, Académie de Lille*, 55, 61-74. Repéré à <https://spirale-edu-revue.fr/spip.php?article1232>.

Fessakis, G., Dimitracopoulou, A. et Komis, V. (2005). Improving database design teaching in secondary education : action research implementation for documentation of didactic requirements and strategies. *Computers in Human Behavior*, 21(2), 159-194. doi :10.1016/j.chb.2004.06.006.

Gómez-Gauchía, H. et McFadyen, R. (2011). Conceptual mapping as a first step in data modeling. Dans B.M. Moon, R.R. Hoffman, J.D. Novak et A.J. Cañas (dir.), *Applied Concept Mapping : Capturing, Analyzing, and Organizing Knowledge* (p. 277-292). Boca Raton, FL : CRC Press.

Keppens, J. et Hay, D. (2008). Concept map assessment for teaching computer programming. *Computer Science Education*, 1(81), 31-42.

McFadyen, R. (2008). Designing databases with concept maps. Dans A.J. Cañas, P. Reiska, , M.K. Åhlberg et J.D. Novak (éd.), *Concept Mapping : Connecting Educators* (Vol. 1, p. 144-147). Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 22 au 25 septembre. Repéré à <http://cmc.ihmc.us/cmc2008papers/cmc2008-p286.pdf>.

McFadyen, R. (2009). *Concept Maps for Data Modeling. Course material for the course ACS-2914 Relational Database Application Development*. Repéré à <http://ion.uwinnipeg.ca/~rmcfadye/2914/2914%20Database%20Desgin%20March%209%202009.pdf>.

Moen, P. (2009, July). *Concept maps as a device for learning database concepts*. Dans Proceedings of the 7th International Workshop on Teaching, Learning and Assesment of Databases, Birmingham, UK (p. 39 à 48). Repéré à <https://www.cs.helsinki.fi/u/ronkaine/concept-maps-and-ddbs.pdf>.

Novak, J. et Cañas, A. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Repéré à <https://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>.

Salleh, S.S. et Ismail, R. (2013). Effectiveness of Concept Map Approach in Teaching History Subject. Dans H.B. Zaman, P. Robinson, P. Olivier, T.K. Shih et S. Velastin (éd.), *Advances in Visual Informatics* (p. 683-693). Proceedings of the Third International Visual Informatics Conference (IVIC 2013), Selangor, Malaysia, 13 au 15 novembre. Suisse : Springer. doi : 10.1007/978-3-319-02958-0_62.

Sien, V.Y. et Carrington, D. (2007). A concepts-first approach to object-oriented modeling. Dans S. Sahni (éd.), *Advances in Computer Science and Technology* (p. 108-113). Proceedings of the Third IASTED International Conference on Advances in Computer Science and Technology, Phuket, Thailand, 2 au 4 avril. Calgary : ACTA Press.

- Trifone, J. D. (2006). To What Extent can Concept Mapping Motivate Students to Take a More Meaningful Approach to Learning Biology ?. *The Science Education Review*, 5(4). Repéré à <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1057149.pdf>.
- Volarić, T., Vasić, D. et Brajković, E. (2017). Adaptive Tool for Teaching Programming Using Conceptual Maps. Dans M. Hadžikadić et S. Avdaković (éd.), *Advanced Technologies, Systems, and Applications* (p. 335-347). Cham : Springer International Publishing.
- Xiao, J. (2007). Applying Concept-Mapping Technique to Building Super- and Sub-type Relationships in Enhanced Entity-Relationship Modelling. Dans *Proceedings of the 3rd International Conference on Transforming Information and learning*, Perth, Western Australia.
- Wei, W., et Yue, K.B. (2017). Concept mapping in computer science education. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 32(4), 13-20.

RÉSUMÉS

La carte conceptuelle est considérée comme un outil stimulant pour l'enseignement, l'apprentissage et l'évaluation. Plusieurs recherches ont montré l'intérêt de son intégration dans différents domaines et contextes d'enseignement/apprentissage. Dans cet article, nous examinons l'utilisation de la carte conceptuelle comme outil favorisant l'apprentissage de la modélisation dans un cours d'introduction aux bases de données, dispensé à des étudiants novices. Notre but est de voir dans quelle mesure cet outil peut les motiver, les amener à s'intéresser à la modélisation des bases de données et accroître l'efficacité de leur apprentissage. Nous présentons les résultats de l'étude menée au cours de l'année universitaire 2015/2016 auprès de 50 étudiants de première année licence de notre institution. Ces étudiants de formation initiale, sans connaissance préalable en modélisation des données, ni en carte conceptuelle, ont été répartis en deux groupes : l'un retenu comme groupe expérimental devant suivre l'enseignement avec intégration de la carte conceptuelle et l'autre comme groupe contrôle devant suivre ce même enseignement sans y avoir recours.

Nous avons procédé à l'examen du schéma conceptuel produit par les étudiants des deux groupes lors de l'évaluation sommative afin de détecter les erreurs commises et les analyser. Une analyse des notes des étudiants a été également effectuée afin de voir s'il existe une différence significative entre les notes des deux groupes. Cette étude a révélé une différence statistiquement significative entre les résultats du groupe expérimental et ceux du groupe contrôle, montrant un avantage appréciable au profit du premier groupe.

The concept map is considered as a stimulating tool in teaching, learning and assessment. Several studies have shown the importance of integrating the concept map in different domains and contexts of teaching / learning. In this paper we study the use of the concept map as a tool favoring the learning of data modeling in an introductory database course which is provided to novice students. Our purpose is to motivate students, to get them interested in the modeling of the databases and to increase the efficiency of their learning. We reported also the results of the study we conducted during the 2015/2016 academic year, with 50 first-year university students from our institution. These students with similar initial training, without any prior knowledge in data modeling or conceptual map, were divided into two groups : one as an experimental group having followed the teaching with integration of the concept map in the process modeling and the other as a control group having followed the same teaching without use of the concept map. We have studied the conceptual schema produced by the students of the two groups during the achievement test in order to detect and analyze the errors made by the two groups. Student scores were also analyzed to see if there was a significant difference between the scores of the

two groups. This study revealed statistically significant differences between the scores of the two groups in favor of the experimental group.

INDEX

Mots-clés : carte conceptuelle, base de données, modélisation des données, modélisation conceptuelle, modèle entité/association, schéma entité/association

AUTEUR

LYNDA FARZA

Académie Militaire, Nabeul, Tunisie

lyn.farza@gmail.com